



CAROLINE HEITZ

Abseits der grossen Seen

ARCHÄOLOGIE UND ERHALTUNG DER NEOLITHISCHEN
UNESCO-WELTERBESTÄTTE SEEDORF, LOBSIGESEEE

Inhalt

Vorwort	9
1 Einleitung (Caroline Heitz, Albert Hafner).....	10
2 Fundstelle Seedorf, Lobsigensee (Albert Hafner, Caroline Heitz)	14
2.1 Meliorationsmassnahmen	15
2.2 Archäologische und palynologische Untersuchungen von 1909 bis 1981.....	17
2.2.1 Entdeckung der Fundstelle 1908/09 und erste Sondiergrabung	17
2.2.2 Sondiergrabung um 1924	18
2.2.3 Lesefunde von den 1930er- bis in die frühen 1950er-Jahre	18
2.2.4 Erste dokumentierte Ausgrabung 1953.....	19
2.2.5 Lesefunde zwischen 1956 und den 1970er-Jahren	20
2.2.6 Paläoökologische Untersuchungen der 1980er-Jahre	20
2.3 Archäologische Sondierungen 2005 und Rettungsgrabung 2007.....	21
2.4 Korrelation der Untersuchungen.....	26
3 Paläoökologische Aspekte (Caroline Heitz).....	27
3.1 Zielsetzungen.....	27
3.2 Vegetation im Spätglazial, etwa 13 000 bis 9700 v. Chr.	30
3.3 Vegetation im Holozän, etwa 9700 v. Chr. bis heute	31
3.3.1 Föhren- und Birkenwälder im Boreal, etwa 8050 bis 6900 v. Chr.	32
3.3.2 Eichenmischwald und erster Getreideanbau, ab etwa 6500 v. Chr.	32
3.3.3 Landöffnung, ab 4250 v. Chr., und Siedlungstätigkeit um den See, ab 4000 v. Chr.	37
3.4 Schlussfolgerungen	39
4 Stratigrafie und Flächenbefunde (Caroline Heitz)	40
4.1 Fragestellungen und Ziele.....	40
4.2 Methodisches Vorgehen bei der Befundauswertung ...	40
4.3 Grobstratigrafie im Bereich der Siedlungsstelle	42
4.3.1 Seekreideschichten und Verlandungs- sedimente	45
4.3.2 Moos-, Schilf- und Bruchwaldtorfe	47
4.3.3 Kulturschichtkomplex und Siedlungsausdehnung.....	48
4.3.4 Torfschichten.....	48
4.3.5 Neuzeitliche Sandauffüllung und humoser Oberboden.....	48
4.4 Feinstratigrafie im Bereich der Siedlungsstelle	49
4.4.1 Westprofil 500 (Felder 9 und 10).....	49
4.4.2 Nordprofil 205 (Feld 9).....	51
4.4.3 Nordprofil 210 (Feld 10).....	52
4.5 Schichtabfolgen und Siedlungsphasen	53
4.5.1 Verlandungshorizont	54
4.5.2 Älteste jungneolithische Siedlungsphase IV.....	54
4.5.3 Mittlere jungneolithische Siedlungsphase III.....	60
4.5.4 Jüngste jungneolithische Siedlungsphase II/I.....	66
4.6 Ergebnisse und Diskussion	66
5 C14-Datierungen (Caroline Heitz).....	70
5.1 Fragestellungen und Ziele	70
5.2 Methodische Grundlagen und Vorgehen.....	70
5.3 Bisherige Datierungen	73
5.4 Auswahl der C14-Proben	75
5.5 Unmodellerte Kalibration	77
5.6 Bayes'sche Modellierung und Interpretation	78
5.7 Fazit zur C14-Datierung der drei Siedlungsphasen.....	82
6 Keramik (Caroline Heitz).....	84
6.1 Zielsetzungen.....	84
6.2 Fundmenge und Erhaltungszustand.....	85
6.2.1 Materialbasis, Fragmentierung und Passfragmente	85
6.2.2 Oberflächenerhaltung und Hitzeeinwirkung....	86
6.3 Gefässformen	87
6.3.1 Segmentation	90
6.3.2 Grundformen	92
6.3.3 Formen	92
6.3.4 Unterformen	93
6.3.5 Varianten	94
6.3.6 Bodenformen	95
6.3.7 Gefässformen der drei Siedlungsphasen	96
6.4 Verzierungen und Handhaben	97
6.5 Waren	99
6.5.1 Oberflächenverfeinerungen	100

6.5.2 Oberflächenfarben	102
6.5.3 Glitzernde Oberflächen	102
6.5.4 Warengruppen	102
6.5.5 Matrix und Magerungszusätze	108
6.5.6 Waren der drei Siedlungsphasen	109
6.6 Chronologie und relative Datierung	111
6.6.1 Typochronologische Unterschiede zwischen den drei Siedlungsphasen	111
6.6.2 Keramik im Westschweizer Mittelland vor 3900 v. Chr.	114
6.6.3 Keramik im Westschweizer Mittelland zwischen 3900 und 3700 v. Chr.	116
6.6.4 Die keramische Datierung der drei Siedlungsphasen: Fazit	117
6.7 Stilistische Verflechtungen in der Zeit zwischen 4000 und 3800 v. Chr.	121
6.7.1 Mittleres Rhonetal: «Saint-Uze» und «Néolithique Moyen Bourguignon»	121
6.7.2 Burgund: «Chasséen» und «Néolithique Moyen Bourguignon»	124
6.7.3 Jura: «Néolithique Moyen Bourguignon»	126
6.7.4 Zürichsee und Zentralschweiz: «Egolzwil» und «Cortaillod»	126
6.7.5 Wallis: «Néolithique Moyen I», «Cortaillod Petit-Chasseur und Saint-Léonard»	131
6.7.6 Stilistische Verflechtungen in der Keramik: Fazit	133
6.8 Die Keramik der Fundstelle Lobsigensee: Fazit	136
7 Knochen- und Geweihartefakte (Caroline Heitz)	137
7.1 Zielsetzungen	137
7.2 Fundmenge und Erhaltungszustand des Materials	137
7.3 Knochenartefakte	141
7.3.1 Rohmaterialauswahl	141
7.3.2 Typengruppen und Typenspektrum	146
7.3.3 Spitzen	146
7.3.4 Beile/Meissel	149
7.3.5 Übrige Artefakte: Messer und Schmuck	154
7.3.6 Fragmente mit Arbeitsspuren und Werkabfälle	154
7.4 Geweihartefakte	155
7.4.1 Rohmaterialauswahl	155
7.4.2 Geräte und Werkzeuge, Geweihfassungen	157
7.4.3 Abfallstücke, Halbfabrikate, Rohmaterial- stücke	158
7.5 Die Knochen- und Geweihartefakte der drei Siedlungsphasen: Fazit	159
8 Silex- und Kristallartefakte (Caroline Heitz)	162
8.1 Zielsetzungen	162
8.2 Fundmenge und Erhaltungszustand	162
8.3 Typologische Gliederung	162
8.3.1 Primärproduktion	164
8.3.2 Sekundärproduktion: modifizierte Werkzeuge	166
8.4 Rohmaterialien (Jehanne Affolter, Caroline Heitz) ...	170
8.4.1 Rohmaterialien und Herkunftsgebiete	170
8.4.2 Rohmaterialien und Herstellung von Artefakten	175
8.5 Die Silex- und Bergkristallartefakte der drei Siedlungsphasen: Fazit	176
9 Felsgesteinartefakte (Caroline Heitz)	178
9.1 Zielsetzungen	178
9.2 Geräte- und Werkzeugtypen	178
9.2.1 Schleif-, Klop- und Poliersteine	178
9.2.2 Beil- und Meisselklingen	179
9.2.3 Geschliffene Pfeilspitzen	183
9.3 Rohmaterialien	183
9.3.1 Mineralogisch-petrografische Bestimmungen, Infrarotspektroskopie	187
9.3.2 Diskussion über die Herkunft von zoisit-, jadeit- und nephrithaltigen Gesteinen	192
9.4 Die Felsgesteinartefakte der drei Siedlungsphasen: Fazit	198
10 Materielle Verflechtungen und Beziehungsnetze (Caroline Heitz)	200
10.1 Materielle Verflechtungen und Beziehungs- geflechte in der Siedlungsphase IV	200
10.2 Veränderungen der Beziehungsgeflechte in den Siedlungsphasen III und II/I	204

11 Grosstierknochen

(Francesca Ginella, Jörg Schibler)	208
11.1 Einleitung	208
11.1.1 Materialbasis	208
11.1.2 Methode	210
11.2 Ergebnisse	212
11.2.1 Bestimmbarkeit	212
11.2.2 Durchschnittsgewichte	213
11.2.3 Erhaltungsqualität der Knochen	214
11.2.4 Verdauungs-, Brand- und Zerlegungs- oder Schlagspuren	217
11.2.5 Die Grosstierknochen aus dem mesolithischen Horizont	219
11.2.6 Die Grosstierknochen aus den neolithischen Phasen	223
11.3 Erkenntnisse zu den datierten jung- neolithischen Grosstierknochen	254

12 Kleintierreste (Heide Hüster Plogmann) 257

12.1 Einleitung	257
12.2 Material und Methode	257
12.3 Ergebnisse	259
12.3.1 Die Schlammproben der Siedlungsphase IV	259
12.3.2 Handaufgelesene Kleintierreste	265
12.4 Diskussion	269

13 Botanische Makroreste

(Christoph Brombacher)	272
13.1 Einleitung und Methoden	272
13.2 Ergebnisse	273
13.2.1 Zur Erhaltungssituation der unverkohnten/ subfossilen Pflanzenreste	273
13.2.2 Das Spektrum der verkohlten Samen/ Früchte: Hinweise zur Wirtschaft	281
13.2.3 Vergleiche des Kulturpflanzenspektrums mit anderen neolithischen Siedlungen des westlichen Schweizer Mittellandes	284
13.2.4 Hinweise zur natürlichen Vegetation	285
13.3 Die botanischen Makroreste der drei Siedlungsphasen: Fazit	285

14 Geoarchäologische Untersuchungen

(Philippe Rentzel)	287
14.1 Zielsetzungen	287
14.2 Material und Methoden	287
14.3 Feldsituation und archäologische Fragestellungen	289
14.4 Ergebnisse	290
14.4.1 Der moderne Humushorizont	290
14.4.2 Schichtverhältnisse im Nordprofil 205	291
14.4.3 Schichtverhältnisse im Westprofil 500	294
14.4.4 Schichtverhältnisse im Nordprofil 210	295
14.5 Diskussion	298
14.6 Bilanz	301
14.7 Mikromorphologische Schichtbeschriebe	303

**15 Monitoring des Abbaus und der hydro-
logischen Verhältnisse des dränierten Nieder-
moors** (Luzius Matile, Roland Haab, Rolf Krebs) 307

15.1 Einleitung	307
15.2 Material und Methoden	307
15.2.1 Untersuchungsgebiet	307
15.2.2 Probenahmen, Sondierungen und Analysen	308
15.3 Ergebnisse	309
15.3.1 Hydrologische Verhältnisse	309
15.3.2 Bodenprofil	311
15.3.3 Eindringwiderstand	311
15.3.4 Korrelation des Eindringwiderstandes mit anderen Bodenparametern	312
15.3.5 Abbaurate von Baumwoll- und Holzproben	312
15.4 Diskussion	312
15.5 Schlussfolgerungen	315

**16 Synthese zur Siedlungsgeschichte, Umwelt
und Wirtschaft, Mobilität und Beziehungen**

(Caroline Heitz, Francesca Ginella, Heide Hüster Plogmann, Christoph Brombacher, Philippe Rentzel, Jörg Schibler, Albert Hafner)	317
16.1 Einleitung	317
16.2 Die Verlandung des Sees im Mesolithikum	317
16.2.1 Ein frühmesolithischer Jagd- oder Opferplatz? (etwa 8310–8240 v. Chr.)	318
16.2.2 Eine Lücke in der Schichtabfolge?	318

16.3 Siedlungsphase IV (3900–3850 v. Chr.) – Siedlungsgründung, Beziehungen zum Alpenraum.....	319
16.3.1 Unterphase IV C – Installation und Pionierphase der Siedlung.....	319
16.3.2 Unterphase IV B	324
16.3.3 Unterphase IV A	324
16.4 Siedlungsphase III (3850–3800 v. Chr.) – die erste Wiederbesiedlung.....	326
16.4.1 Unterphase III C	326
16.4.2 Unterphase III B	327
16.4.3 Unterphase III A	327
16.5 Siedlungsphase II/I (vor 3700 v. Chr.) – die zweite Wiederbesiedlung.....	329
16.6 Einblicke in die Siedlungsgeschichte von Seedorf, Lobsigensee: Fazit	329

17 Erhaltungszustand und Gefährdung der Siedlungsreste: Schlussfolgerungen

(Caroline Heitz, Heide Hüster Plogmann, Christoph Brombacher, Philippe Rentzel, Luzius Matile, Roland Haab, Rolf Krebs, Albert Hafner).....	332
---	-----

Zusammenfassung / Résumé / Summary	334
Abkürzungsverzeichnis	355
Literatur	356
Fundkatalog	367
Abbildungsnachweis	390
Adressen der Autorinnen und Autoren	392

C14-Datierungen

CAROLINE HEITZ



5.1

Fragestellungen und Ziele

Bei der Datierung der neolithischen Siedlungsphasen und der Untersuchung von deren Zeitstellung und -dauer stellen sich mehrere Fragen: Wann setzte die neolithische Siedlungstätigkeit auf der nordwestlichen Uferterrasse ein? Kann die Gesamtdauer der Besiedlung eingegrenzt werden? Zeichnen sich Datierungsunterschiede zwischen den Siedlungsphasen ab? Aufgrund der ungünstigen Erhaltungsbedingungen für Holz im neolithischen Kulturschichtpaket waren keine dendrochronologischen Untersuchungen möglich. Für C14-Datierungen blieb in den Kulturschichten hingegen hinreichend organisches Probenmaterial erhalten. Die gesamte Siedlungsstratigrafie konnte mittels zehn Proben von Kno-

chenfragmenten und verkohlten Pflanzenresten datiert werden (Abb. 65). Diese Daten werden im Folgenden nach ihrer einfachen Kalibration besprochen und danach mithilfe der Bayes’schen Statistik modelliert. Vorhandenes archäologisches Wissen wie die stratigrafische Lage der Proben sowie C14-Daten, die während der palynologischen Untersuchungen in den 1980er- und 1990er-Jahren gemessen wurden (vgl. Kap. 3.1), werden in die Modellierung einbezogen.

5.2

Methodische Grundlagen und Vorgehen

Um die Datierungsergebnisse besser verstehen und einordnen zu können, seien hier nochmals die wichtigsten methodischen Grundla-

C14-Proben aus Kulturschichten

Proben-Nr.	Pos.	Datierung y BP uncal	δ 13C ‰	Bemerkungen	Siedlungs- befunde	Epoche	Phase	Material	Schicht
ETH-49369	9	4964 ±22	-22,1	AMS	–	Neol.	II A	Tierknochenfragment	Kulturschicht
ETH-49368	19	5032 ±32	-21,0	AMS	–	Neol.	III A	Tierknochenfragment	Kulturschicht
ETH-49371	22	5094 ±28	-25,5	AMS	Brand, Destruktion	Neol.	III C	Getreidekörner aus Einzelprobe	Kulturschicht, Brandschutt
ETH-49367	22	5028 ±29	-21,7	AMS	Brand, Destruktion	Neol.	III C	Tierknochenfragment	Kulturschicht, Brandschutt
ETH-49370	46	5085 ±28	-26,2	AMS	Benutzung, Destruktion	Neol.	IV A	Getreidekörner aus Schlammprobe	Kulturschicht, Benutzungsschicht
ETH-49366	46	5075 ±33	-19,1	AMS	Benutzung, Destruktion	Neol.	IV A	Tierknochenfragment	Kulturschicht, Benutzungsschicht
ETH-43545	60	5090 ±35	–	AMS	Hausboden	Neol.	IV A	Getreidekörner aus Schlammprobe	Benutzungsschicht, Gehniveauus
ETH-43546	59	5020 ±40	–	AMS	Hausboden	Neol.	IV B	Garten-Erbсен/Haselnuss- schalen aus Einzelprobe?; Getreide aus Schlamm- probe	Kulturschicht, Holzkohle
ETH-43544	50	5045 ±35	–	AMS	Installations- horizont	Neol.	IV C	Getreidekörner aus Einzelprobe	rindenhaltige Schicht
ETH-37956	43B/96	9070 ±35	-21,6	AMS Ultrafiltration Gelatine	–	Mesol.?		Knochen, Radius eines Rothirsches, Zusammen- setzung des Teilskelettes im Labor	Verlandungshorizont

Abb. 65: Seedorf, Lobsigesee. Sämtliche C14-Proben aus den Kulturschichten von Siedlungsphasen II bis IV.

Einfluss von wiggles auf die C14-Kalibration

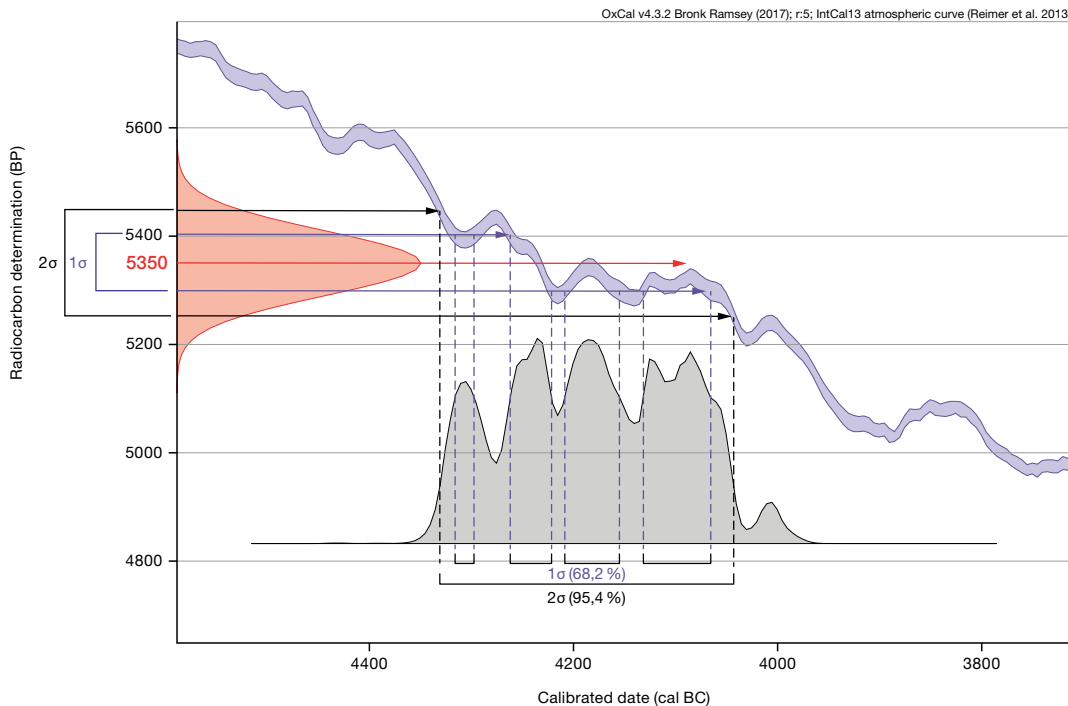
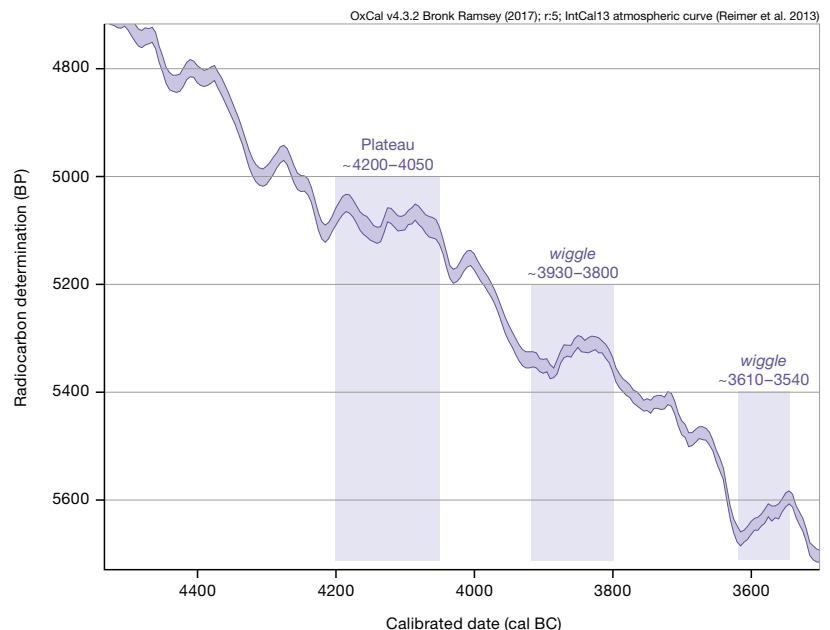


Abb. 66: Beispiel für die Auswirkungen der stark schwankenden Kalibrationskurve IntCal13 auf die Wahrscheinlichkeitsverteilung und die sich daraus ergebenden Datierungsspannen im 1- σ - und 2- σ -Bereich bei der Kalibration von C14-Rohdaten.

B-4321-L18 R_Date (5350,60)
 68,2 % probability
 4317 (6,3 %) 4298 cal BC
 4263 (16,1 %) 4222 cal BC
 4299 (21,2 %) 4156 cal BC
 4132 (24,7 %) 4066 cal BC
 95,4 % probability
 4332 (95,4 %) 4044 cal BC

gen der Radiokarbondatierung in Erinnerung gerufen. Zur Datierung einer Probe wird in organischem Material die Abbaurate des radioaktiven Kohlenstoffs C14 (konventionelle Zählrohrmethode) gemessen beziehungsweise eine Auszählung der übrig gebliebenen C14-Atome (Beschleuniger-Massenspektrometrie-Methode [AMS]) vorgenommen.¹⁷³ Anhand der Halbwertszeit des radioaktiven Kohlenstoffs wird die Zeitspanne ermittelt, die seit dem Tod des Organismus und damit dem Abbruch der C14-Aufnahme verstrichen ist. Bei der Ermittlung der C14-Rohdaten muss neben ihrem Mittelwert (Jahre BP) immer auch ein Standardfehler ($\pm n$ Jahre) um den Mittelwert mitberücksichtigt werden, der die Ungenauigkeit der physikalischen Messung angibt. Aus den natürlichen Schwankungen des C14-Gehaltes in der Atmosphäre ergibt sich eine weitere Ungenauigkeit, die sich auch auf die Menge der gebundenen C14-Atome in den Organismen auswirkt. Die C14-Rohdaten berücksichtigen diese Schwankungen nicht und müssen daher kalibriert werden. Dabei wird das gemessene C14-Rohdatum als Gauss'sche Glockenkurve auf die Kalibrationskurve, die den schwankenden C14-Gehalt in der Atmosphäre wiedergibt, projiziert (Abb. 66). Aus dem Zusammentreffen der Kurven ergibt sich eine Kurve mit einer ein- oder mehrgipfligen Wahrscheinlichkeitsverteilung. Diese wird als Kalenderjahr-Intervalle (cal BC/

Wiggles und Plateaus im Verlauf der Kalibrationskurve



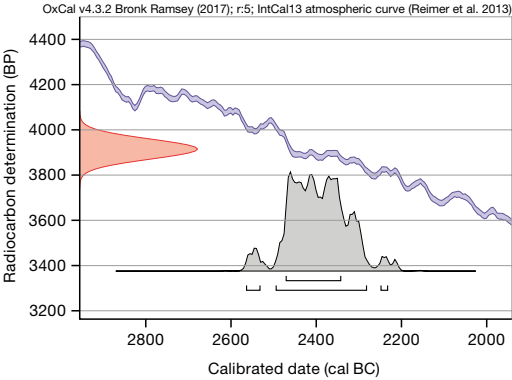
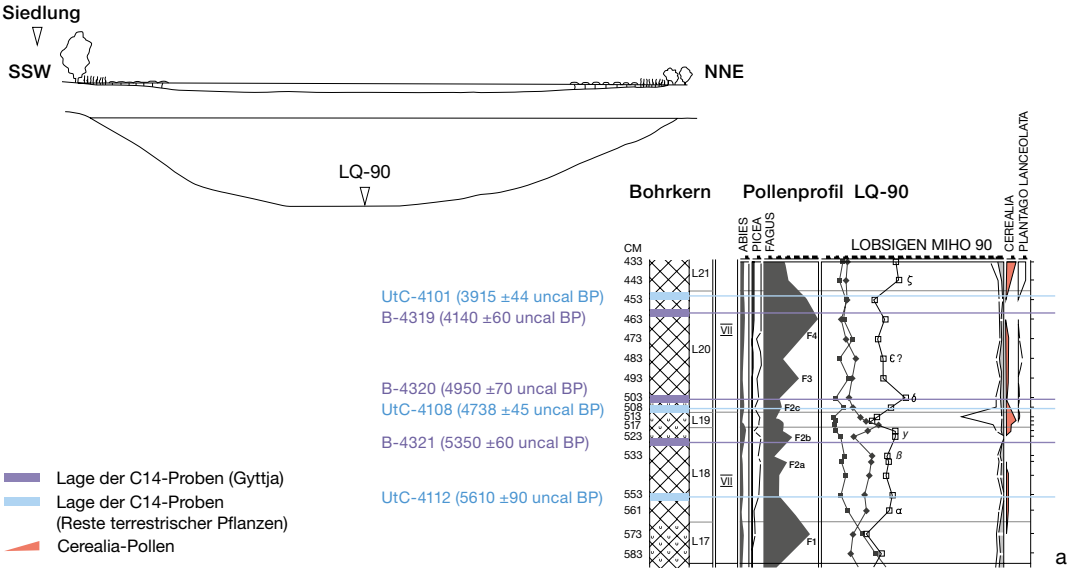
cal AD) in unterschiedlichen Konfidenzintervallen mit 1 σ (68,2 %) oder 2 σ (94,5 %) Wahrscheinlichkeit (Standardabweichung) angegeben. Die Kalibration von C14-Daten ermöglicht demnach die Ermittlung von Zeitspannen, in denen das tatsächliche Alter einer Probe wahrscheinlich liegt.¹⁷⁴

Abb. 67: Beispiele für wiggles und Plateaus im Verlauf der Kalibrationskurve IntCal13 während des Jungneolithikums.

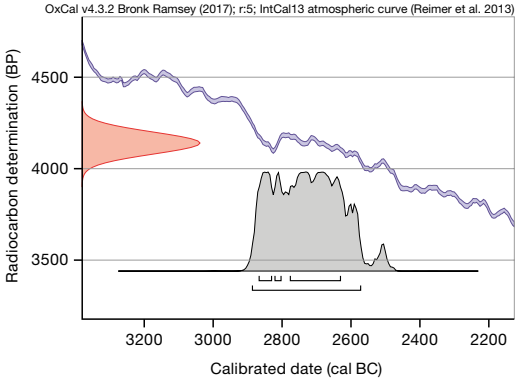
¹⁷³ Hajdas 2008, 3, 8.

¹⁷⁴ Bayliss et al. 2011, 18.

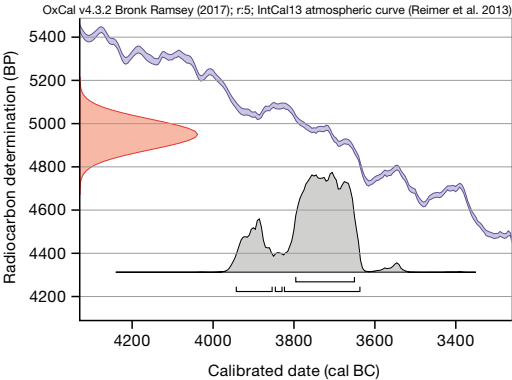
Abb. 68: Seedorf, Lobsigensee. Lage der C14-Proben, die den Schichten des palynologischen Bohrkerns LQ-90 kurz vor und nach dem ältesten Anstieg von Getreidepollen entnommen wurden (a), sowie Kalibrierungsergebnisse von deren Messungen (b–g) (nach: Ammann 1989, ergänzt).



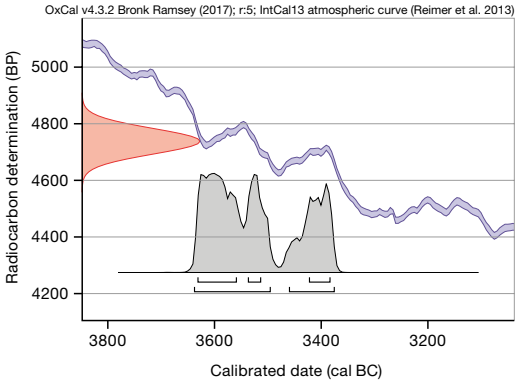
b



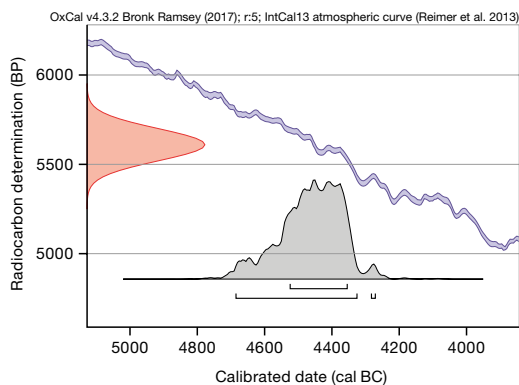
c



d



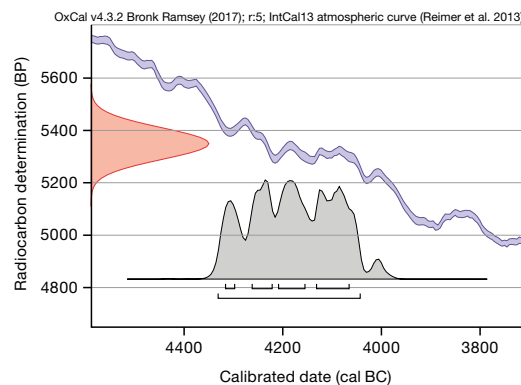
e



UtC-4112-L18 R_Date (5610,90)

68,2 % probability	95,4 % probability
4525 (68,2 %) 4355 cal BC	4686 (94,7 %) 4326 cal BC
	4283 (0,7 %) 4272 cal BC

f



B-4321-L18 R_Date (5350,60)

68,2 % probability	95,4 % probability
4317 (6,3 %) 4298 cal BC	4332 (95,4 %) 4044 cal BC
4263 (16,1 %) 4222 cal BC	
4209 (21,2 %) 4156 cal BC	
4132 (24,7 %) 4066 cal BC	

g

Im Jungneolithikum ist die Kalibrationskurve, hier IntCal13¹⁷⁵, von zahlreichen Schwankungen geprägt. Ein kurzzeitiger Anstieg der Produktion von C14-Isotopen ist als Gipfel in der Kurve sichtbar (*wiggle*) und ein flacher Verlauf der Kurve wird als Plateau bezeichnet (Abb. 67).¹⁷⁶ Ein Plateau besteht beispielsweise in der Zeit zwischen ungefähr 4200 und 4050 cal BC. Zu Beginn des 4. Jahrtausends v. Chr. sind zwei flache *wiggles* mit Peaks bei 3895 und 3830 cal BC vorhanden, die durch einen steileren Kurvenbereich getrennt sind. Ein deutlicherer *wiggle* zeichnet sich schliesslich zwischen 3610 und 3540 cal BC ab.¹⁷⁷ Fällt das Radiokohlenstoffalter einer Probe bei der Kalibration in den Bereich eines Plateaus oder eines *wiggles*, so resultiert daraus eher eine lange Zeitspanne an Kalenderjahren, die für die tatsächliche Datierung der Probe infrage kommt, während die Datierungsspannen in steileren Abschnitten der Kalibrationskurve deutlich enger ausfallen.

Oft teilt sich die ermittelte Zeitspanne zusätzlich im 1- σ - und 2- σ -Bereich in mehrere mögliche Kalenderjahr-Intervalle mit unterschiedlicher Wahrscheinlichkeit auf.¹⁷⁸ Eine Verbesserung der Datierungsergebnisse kann man in solchen Fällen nur durch die Messung ganzer Datenserien erreichen, aber auch durch den Einbezug zusätzlicher Informationen wie etwa den Befundkontext der Proben. Die Kalibration solcher Datenserien lässt sich danach mithilfe Bayes'scher Statistik durchführen. Der Vorteil einer auf dieser beruhenden modellierten Kalibration ist, dass die einzelnen Daten dabei unter Berücksichtigung weiterer archäologi-

scher Kenntnisse und Vorannahmen kalibriert werden, damit die Wahrscheinlichkeitsverteilungen noch einmal präzisiert und die erhaltenen Zeitspannen eingegrenzt werden können.¹⁷⁹ Im Fall von Lobsigensee kann besonders die stratigrafische, relativchronologische Abfolge der Schichten, aus welchen die C14-Proben stammen, berücksichtigt und so die ermittelten Zeitspannen nochmals eingegrenzt werden. Das ist besonders angesichts des unsteten Verlaufs der Kalibrationskurve im Untersuchungszeitraum hilfreich. Das exakte Vorgehen wird in Kap. 5.6 dargelegt.

5.3

Bisherige Datierungen

Die Analyse der Siedlungsstratigrafie am Lobsigensee und die Interpretation der Phasengliederung wurden bereits in Kap. 4 ausführlich dargelegt. Die Ergebnisse lassen sich folgendermassen zusammenfassen: Nach dem Rückgang des Seespiegels im Boreal setzte die Verlandung im Bereich der nordwestlichen Uferterrasse des Lobsigesees ein. Aus diesen Schichten sind Skelettreste von mehreren Hirschindividuen erhalten. Unmittelbar darüber liegen die ersten fundführenden neolithischen Schichten, die als

¹⁷⁵ Reimer et al. 2013.

¹⁷⁶ Hajdas 2008, 16.

¹⁷⁷ Bayliss et al. 2011, 34.

¹⁷⁸ Hajdas 2008, 910.

¹⁷⁹ Bayliss et al. 2011, 19–21.

Installationshorizont der ältesten neolithischen Siedlung interpretiert werden. Es lassen sich drei Hauptsiedlungsphasen – IV, III und II/I – unterscheiden, die jeweils mehrere Unterphasen aufweisen. Stratigrafische Hiaten konnten nicht festgestellt werden und auch Hinweise auf natürliche Schichteinträge, welche die drei Siedlungsphasen zeitlich voneinander trennen, fehlen (vgl. Kap. 4).

Hinweise auf die Datierung der neolithischen Besiedlung am Lobsigensee geben die teilweise bereits publizierten Lesefunde aus Sammlungen sowie das Fundmaterial der Altgrabungen. Anhand der Keramik kann auf eine cortaillozeitliche Siedlung geschlossen werden, die während der ersten Hälfte des 4. Jahrtausends bestand. Bestätigen lässt sich diese grobe Datierung auch anhand des in diesem Band vorgelegten Fundmaterials, insbesondere der Keramik (vgl. Kap. 6).

Diese zeitliche Einordnung aufgrund des Fundmaterials passt zu den C14-Messungen, die Brigitta Ammann bereits in den 1980er-Jahren im Rahmen ihrer palynologischen Untersuchungen vornehmen liess. Damals wurden dem Bohrkern LQ-90, der aus dem Zentrum des Seebeckens stammt, insgesamt zehn Gytja-Proben entnommen.¹⁸⁰ Die C14-Messungen erfolgten im Radiocarbonlabor des Physikalischen Instituts der Universität Bern mittels Zählrohrmethode. In den 1990er-Jahren wurden zusätzlich zu diesen Proben an der Universität Utrecht AMS-C14-Messungen vorgenommen. Sie erfolgten an nachträglich aus Bohrkern LQ-90 beprobten terrestrischen Pflanzenresten (vgl. Kap. 3).

Für die Datierung der neolithischen Kulturschichten sind jene Proben interessant, die unter- und oberhalb der Pollenzone mit Siedlungszeigern (PAZ L19) aus dem Bohrkern LQ-90 entnommen wurden (Abb. 68a): Die aus PAZ L18 stammende Probe B-4321 gibt somit den Zeitraum unmittelbar vor dem Einsetzen der Siedlungstätigkeit an, was einem weit gefassten *terminus post quem* (*tpq*) für die Siedlungsgründung entspricht. Die stratigrafisch ältere Probe UtC-4112, die an terrestrischen Pflanzenresten gemessen wurde, zeigt zumindest durch ihr Radiokarbonalter, dass sich bei Probe B-4321 ein möglicher Hartwassereffekt nur geringfügig auswirken würde. Die Messung Letzterer ergab unkalibriert ein C14-Alter von 5350 ± 60 BP. Die Probe B-4320 aus PAZ L20 datiert unkalibriert bei 4950 ± 70 BP. Vermutlich ist diese aufgrund

des Hartwassereffektes zu alt, denn die stratigrafisch unmittelbar darunterliegende, wiederum an terrestrischen Pflanzenresten gemessene UtC-4108 hat ein jüngeres unkalibriertes Radiokarbonalter von 4738 ± 45 BP. Unter Berücksichtigung dieser Umstände bieten beide Proben einen weit gefassten *terminus ante quem* (*taq*) für das Ende der jungneolithischen Siedlungstätigkeit, wobei die Probe UtC-4108 ein verlässlicheres Datum liefert.¹⁸¹

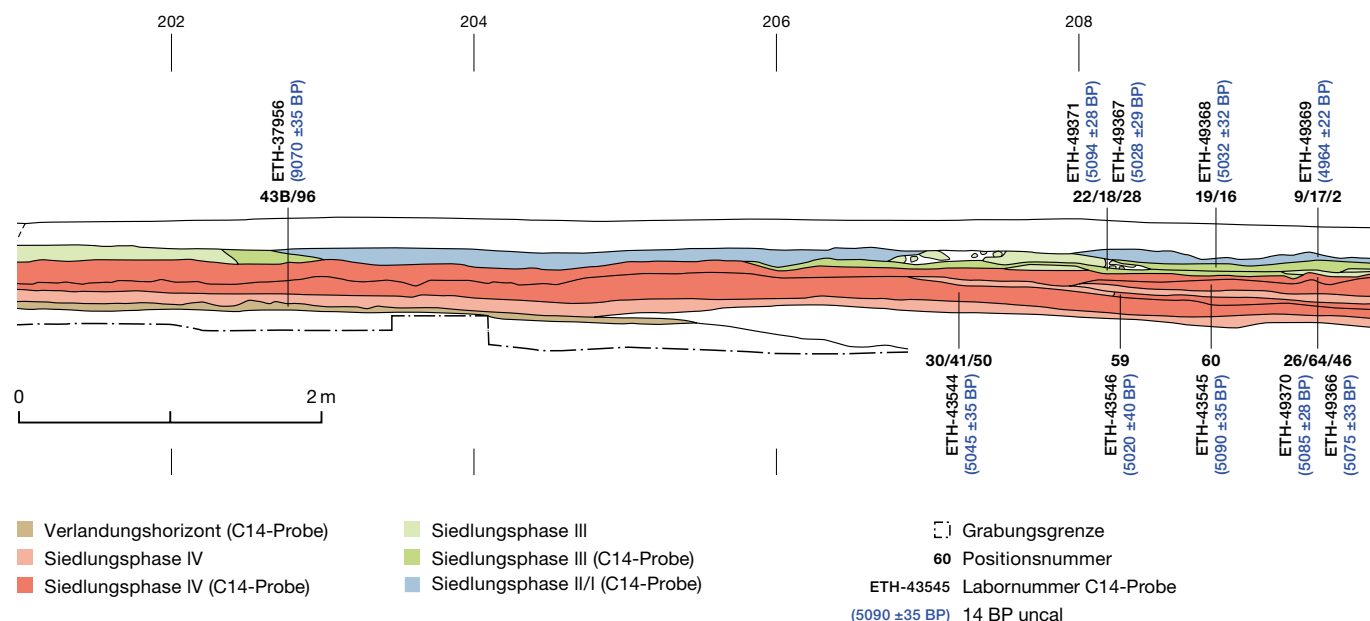
Die an Makroresten von terrestrischen Pflanzen und von Gytja erfolgten Messungen weisen im Vergleich zur Genauigkeit jener aus Pflanzen und Tierknochen aus den Siedlungsschichten mit ± 44 –90 Jahren relativ hohe Standardfehler auf. Kalibriert man die Daten nun mit dem Kalibrationsprogramm OxCal v4.3.2 (Bronk Ramsey 2017), so ergeben sich dementsprechend lange Zeitspannen für die Datierung (Abb. 68a–g). Bei B-4321 umfasst das Kalenderjahr-Intervall im 2- σ -Bereich etwa dreihundert Jahre. Demnach datiert die Probe mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % in die Zeit zwischen 4332 und 4044 cal BC. Durch das Altersplateau, das in diesem Zeitraum besteht, teilt sich auch der 1- σ -Bereich in mehrere mögliche Kalenderjahr-Intervalle mit ähnlich hohen Wahrscheinlichkeiten auf. Somit lässt sich die Zeitspanne kaum näher eingrenzen. Das Datierungsergebnis von B-4321 gibt somit lediglich einen Hinweis darauf, dass die Siedlungstätigkeit am Lobsigensee irgendwann während oder nach dem ausgehenden 5. Jahrtausend v. Chr. einsetzte.

Die Proben B-4320 und UtC-4108 fallen in den Bereich mehrerer *wiggles*. Durch die Kalibration ergeben sich zwei bis drei Datierungsbereiche. Die 2- σ -Kalenderjahr-Intervalle verweisen auf Datierungsspannen zwischen 3796 und 3651 cal BC beziehungsweise 3638 und 3376 cal BC. Demnach dürfte die jungneolithische Siedlungstätigkeit am Lobsigensee frühestens um etwa 3800 v. Chr. und spätestens in der Zeit um das 34. Jahrhundert v. Chr. geendet haben.

¹⁸⁰ Auf die Problematik des Hartwassereffekts wird in Kap. 3.1 eingegangen.

¹⁸¹ Ammann 1989, Tab. 4; Fig. 23.

Westprofil auf Linie 500



5.4

Auswahl der C14-Proben

Aus dem archäologischen Fundmaterial wurden für die neu durchgeführten AMS-Messungen mehrere C14-Proben ausgewählt.¹⁸² Dabei bestand das Ziel darin, die gesamte, durch die Grabung 2007 erfasste Stratigrafie mit C14-Datierungen abzudecken. Für die Siedlungsphase IV wurden ausserdem mehreren Proben entnommen, um die Zeitstellung der ältesten Siedlungsphase und damit auch der Siedlungsgründung möglichst gut erfassen zu können. Auf Abb. 69 ist die stratigrafische Lage der Proben im Westprofil 500 eingezeichnet, wobei deren Lage innerhalb der Schichten nur sinngemäss angegeben ist. Mit Ausnahme einer Probe, welche aus dem in Feld 9 erfassten Verlandungshorizont stammt, wurden alle Proben Schichten entnommen, die in Feld 10 vorhanden sind. Über die stratigrafische Abfolge der beprobten Schichten besteht damit kein Zweifel. Um das Risiko zu minimieren, dass verlagertes Material datiert wird, wurden Randbereiche und Bereiche der Schichten, die deutliche Spuren von Wurzel- und Tiergängen aufwiesen, bei der Beprobung ausgeschlossen.

Am besten eignen sich kurzlebige Organismen wie Reste von einjährigen Pflanzen als Probenmaterial.¹⁸³ Aus fünf Schichten standen verkohlte Pflanzensamen zur Verfügung. Diese wurden während der archäobotanischen Auswertungen im Labor beprobte. Da die Pflanzen-

samen meist fragmentiert waren, wurde entschieden, mehrere Fragmente für eine Probe zu verwenden, um sicherlich eine ausreichende Probenmenge zu erhalten.¹⁸⁴ Wo keine hinreichende Menge an verkohlten Pflanzensamen vorhanden war, wurden Tierknochenfragmente beprobt. Da sich Pflanzensamen innerhalb der Stratigrafie leichter verlagern können als Knochen, Letztere aber von länger lebenden Organismen stammen und ausserdem anfälliger sind für Kontaminationen, wurden in zwei Fällen aus der gleichen Schicht (Pos. 46 und 22) beide Materialien beprobt. Auf diese Weise können vier C14-Messungen verglichen und auf ihre Qualität und Plausibilität hin überprüft werden.

Die Proben wurden jeweils im Radiokarbonlabor des Geographischen Instituts der Universität Zürich und am Institut für Teilchenphysik der ETH Zürich, Höggerberg mittels AMS-Technik aufbereitet und gemessen.

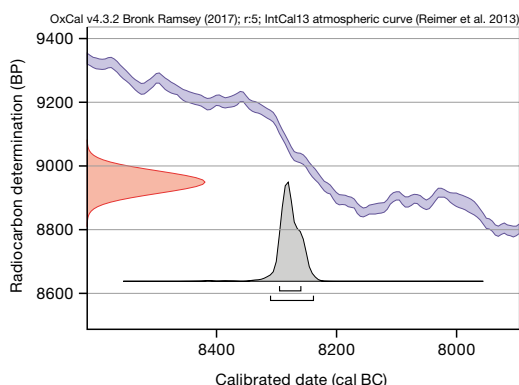
Abb. 69: Seedorf, Lobsigensee, Lage der C14-Proben bezüglich deren Positionsnummern anhand des Westprofils 500 der Grabung von 2007. M. 1:50.

¹⁸² Für die Finanzierung der C14-Messungen und die Zusammenarbeit bei der Entnahme der Proben danke ich dem Archäologischen Dienst des Kantons Bern und der Integrativen Prähistorischen und Naturwissenschaftlichen Archäologie (IPNA) der Universität Basel.

¹⁸³ Es besteht ein Risiko, dass für eine C14-Messung mehrere Organismen, die theoretisch unterschiedliche Alter aufweisen können, verwendet wurden. Bei den Einzelproben handelt es sich vermutlich jeweils um Samen aus demselben Erntejahr. Bayliss et al. 2011, 38–42.

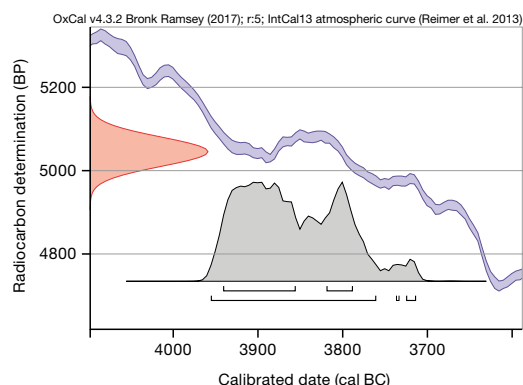
¹⁸⁴ Vgl. Bayliss et al. 2011, 41.

Abb. 70: Seedorf, Lobsigensee, einfache Kalibration der AMS-Messungen der C14-Proben aus dem Bereich der Grabung von 2007.



ETH-37956-Pos. 43B-96* R_Date (9070,35)

68,2 % probability 95,4 % probability
8296 (68,2 %) 8260 cal BC 8311 (95,4 %) 8239 cal BC

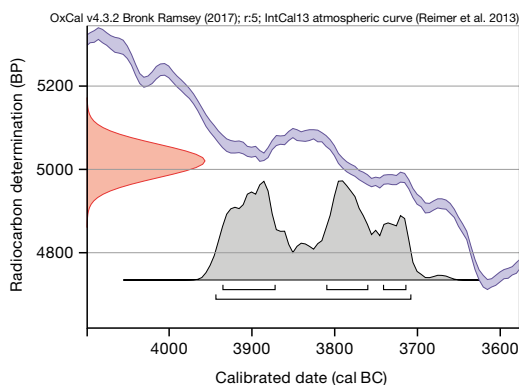


ETH-43544-Pos. 50* R_Date (5045,35)

68,2 % probability 95,4 % probability
3941 (51,4 %) 3857 cal BC 3956 (93,7 %) 3762 cal BC
3819 (16,8 %) 3789 cal BC 3737 (0,3 %) 3734 cal BC
3725 (1,4 %) 3715 cal BC

a

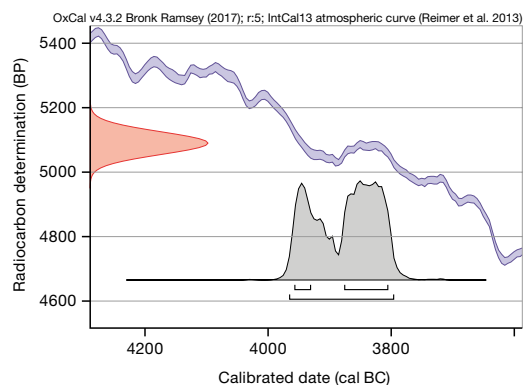
b



ETH-43546-Pos. 59* R_Date (5020,40)

68,2 % probability 95,4 % probability
3936 (32,8 %) 3873 cal BC 3944 (95,4 %) 3709 cal BC
3810 (26,2 %) 3761 cal BC
3742 (9,2 %) 3715 cal BC

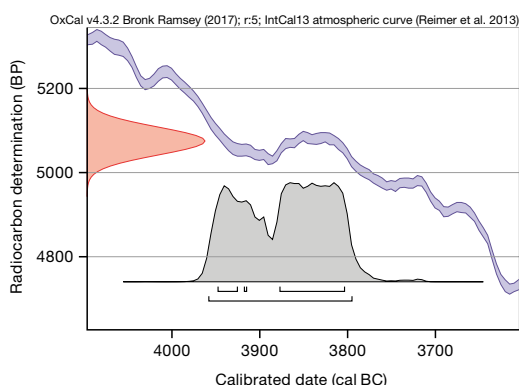
c



ETH-43545-Pos. 60* R_Date (5090,35)

68,2 % probability 95,4 % probability
3957 (17,5 %) 3932 cal BC 3966 (95,4 %) 3797 cal BC
3876 (50,7 %) 3806 cal BC

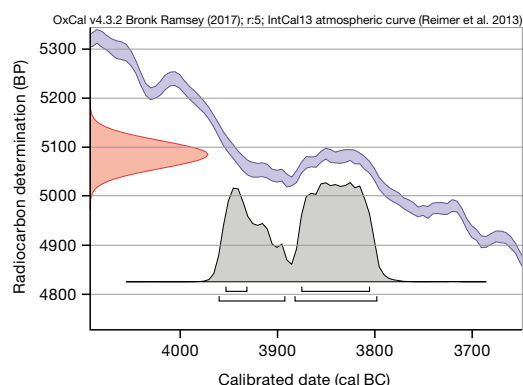
d



ETH-49366-Pos. 46 R_Date (5075,33)**

68,2 % probability 95,4 % probability
3948 (14,5 %) 3926 cal BC 3959 (95,4 %) 3796 cal BC
3918 (1,5 %) 3916 cal BC
3878 (52,2 %) 3804 cal BC

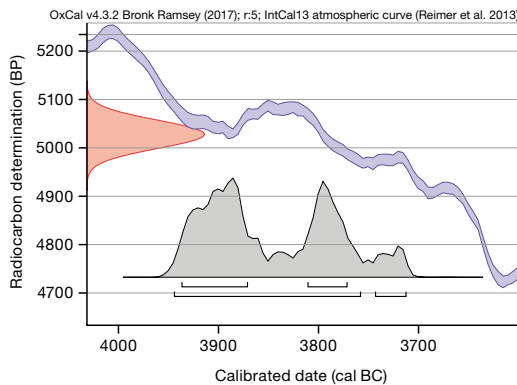
e



ETH-49370-Pos. 46* R_Date (5085,28)

68,2 % probability 95,4 % probability
3954 (15,1 %) 3932 cal BC 3961 (34,9 %) 3893 cal BC
3876 (53,1 %) 3806 cal BC 3883 (60,5 %) 3799 cal BC

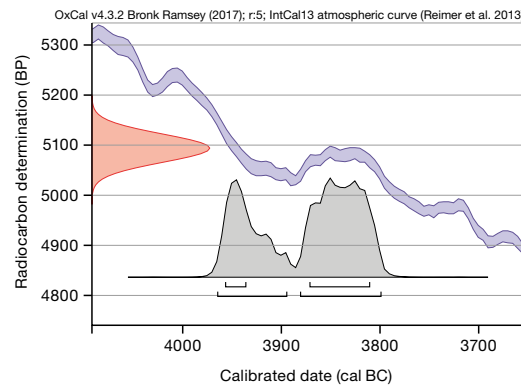
f



ETH-49367-Pos. 22 R_Date (5028,29)**

68,2 % probability	95,4 % probability
3937 (43,7 %) 3872 cal BC	3945 (88,8 %) 3759 cal BC
3811 (24,5 %) 3772 cal BC	3744 (6,6 %) 3713 cal BC

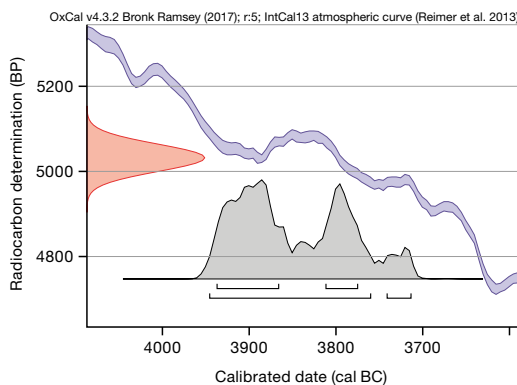
g



ETH-49371-Pos. 22* R_Date (5094,28)

68,2 % probability	95,4 % probability
3957 (17,2 %) 3937 cal BC	3965 (35,6 %) 3895 cal BC
3872 (51,0 %) 3811 cal BC	3881 (59,8 %) 3800 cal BC

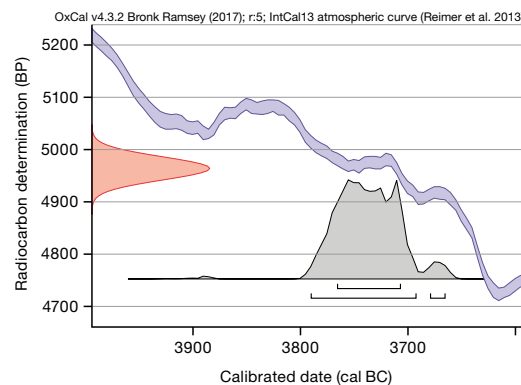
h



ETH-49368-Pos. 19* R_Date (5032,32)

68,2 % probability	95,4 % probability
3938 (46,2 %) 3867 cal BC	3946 (90,1 %) 3761 cal BC
3812 (22,0 %) 3776 cal BC	3742 (5,3 %) 3714 cal BC

i



ETH-49369-Pos. 9 R_Date (4964,22)**

68,2 % probability	95,4 % probability
3766 (68,2 %) 3708 cal BC	3791 (92,5 %) 3693 cal BC
	3680 (2,9 %) 3666 cal BC

j

5.5

Unmodellerte Kalibration

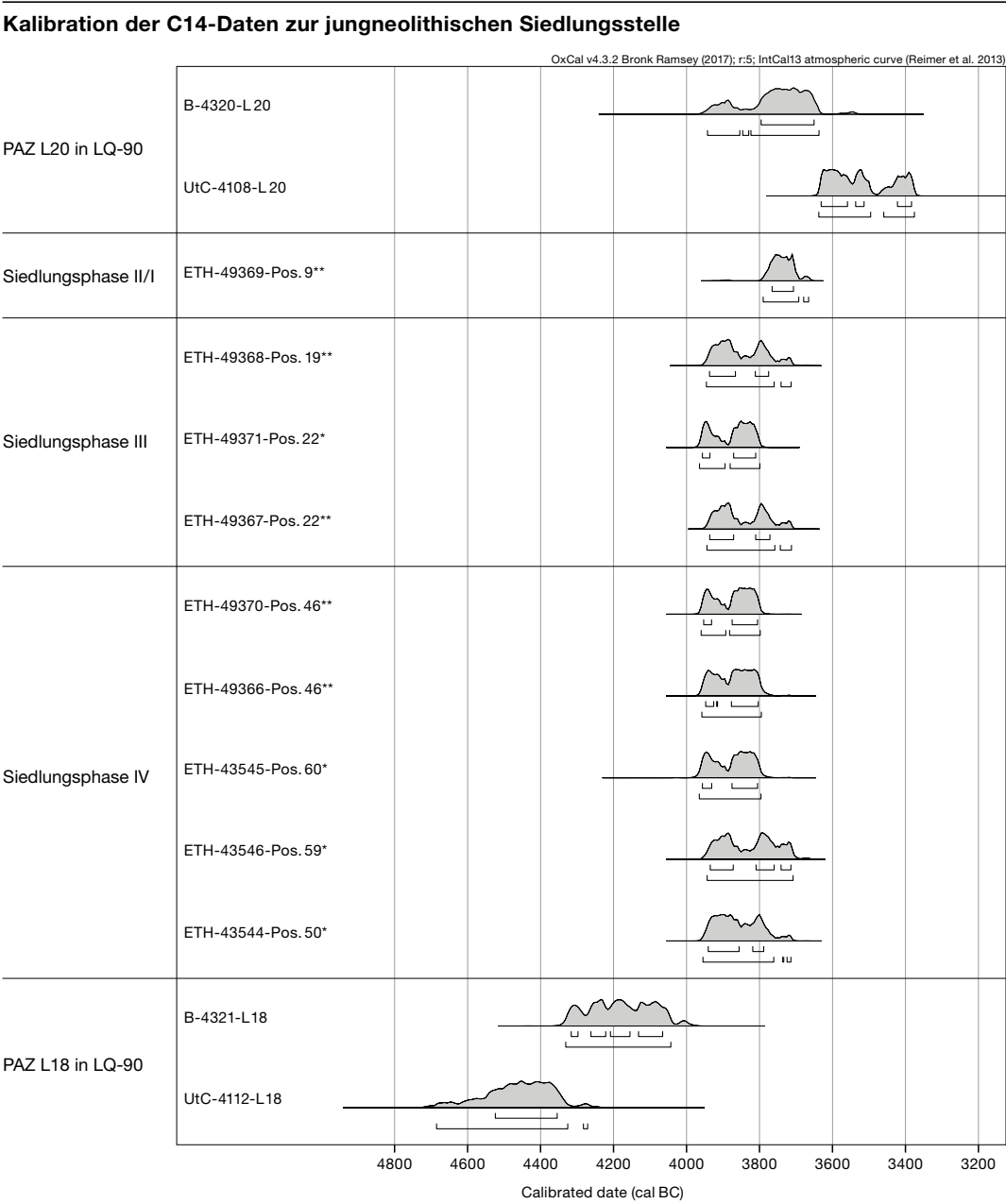
Die zehn C14-Proben wurden zunächst im Kalibrationsprogramm OxCal v4.3.2¹⁸⁵ mit der Kalibrationskurve IntCal13 kalibriert. Abb. 70a zeigt die Kalibration der Probe aus Pos. 43B/96, dem Verlandungshorizont. Dank des steilen Verlaufs der Kalibrationskurve in dieser Zeit ergibt sich eine sehr genaue frühmesolithische Datierung mit lediglich einem möglichen Kalenderjahr-Intervall zwischen 8311 und 8239 cal BC (2σ).

Die Daten aus dem neolithischen Kulturschichtpaket weisen alle relativ geringe Standardfehler auf, die sich zwischen ± 40 und ± 22 Jahren bewegen (Abb. 70b-j). Für die Qualität der Daten spricht auch, dass sie sehr gut miteinander übereinstimmen. Am deutlichsten wird dies bei den beiden annähernd identischen Resultaten der Proben ETH-49366 und ETH-49370 aus Pos. 46 (Abb. 70e-f). Ausreisser sind

keine feststellbar, was gegen eine Kontamination der Proben oder aussergewöhnliche Messfehler spricht. Durch den *wiggle* zwischen 3930 und 3800 v. Chr. entstehen allerdings bei der Kalibration jeweils zwei grössere Datierungsbereiche mit ähnlich grossen Wahrscheinlichkeiten, wodurch die allgemeine Tendenz von zu langen Datierungsspannen bei kalibrierten Daten noch verstärkt wird. Altersunterschiede, die zwischen den Daten von Siedlungsphasen IV und III zu erwarten wären, werden folglich durch eine einfache Kalibration nicht sichtbar (Abb. 71). Gleichzeitig zeigt sich auch, dass es keine grossen zeitlichen Unterbrüche zwischen den Siedlungsphasen gegeben haben kann. Eine Ausnahme bildet die deutlich jüngere Probe

¹⁸⁵ Bronk Ramsey 2017.

Abb. 71: Seedorf, Lobsigensee. Kalibration aller ins Neolithikum datierenden C14-Proben, dargestellt in stratigrafischer Abfolge, * Getreideproben, ** Knochenproben, *** Gytija-Proben.



ETH-49369 aus Pos. 9/17/2 (Abb. 70j), die nicht mehr in den Bereich des *wiggles* fällt. Sie stammt aus der jüngsten Siedlungsphase II/I und stützt somit die These, dass die übrigen Daten lediglich aufgrund des *wiggles* alle etwa ähnlich streuen. Insgesamt fügen sich die neu gemessenen AMS-Daten erstaunlich gut zwischen die beiden in den 1980er- und 1990er-Jahren gemessenen Proben aus dem palynologischen Bohrkern LQ-90 ein (Abb. 68a), die – wie in Kap. 5.3 erwähnt – Ereignisse vor und nach der neolithischen Siedlungstätigkeit repräsentieren dürften.

5.6

Bayes'sche Modellierung und Interpretation

Beruhend auf der Bayes'schen Statistik bietet das Kalibrationsprogramm OxCal die Kodierung verschiedener Kalibrationsmodelle an, die es erlauben, zusätzliche Informationen in die Wahrscheinlichkeitsberechnungen einfließen zu lassen.¹⁸⁶ Hier seien nur jene Funk-

¹⁸⁶ Bayliss et al. 2011, 34.

tionen kurz erwähnt, die zur Anwendung kamen. Modelle der Funktionsgruppe *sequence* bieten die Möglichkeit, die stratigrafische, relativchronologische Abfolge der beprobten Schichten als zusätzliche, in der Regel sehr verlässliche Information in die Kalibration einzubeziehen. Durch eine sequenzielle Kalibrierung lässt sich somit im Idealfall die Streuung der Wahrscheinlichkeitsverteilungen der einzelnen kalibrierten Werte je Datum verringern und die Intervalle können verkürzt werden. Das ist besonders hilfreich angesichts der natürlichen Schwankungen des C14-Gehaltes in der Atmosphäre und des entsprechend nicht linearen Verlaufs der Kalibrationskurve. Ein Beispiel für einen solchen Fall ist der *wiggle*, der in der ersten Hälfte des 4. Jahrtausends v. Chr. besteht und im Falle der vorliegenden Daten die Zeitspannen bei der Kalibration künstlich in die Länge zieht. Mit der Funktion *phase* können ausserdem Rohdaten, welche zur gleichen Phase gehören – einem archäologisch definierten Ereignis unbekannter Zeitdauer – modelliert werden. Die Funktionen *before* und *after* ermöglichen es ausserdem, einen *terminus post quem* (*tpq*) beziehungsweise einen *terminus ante quem* (*taq*) in die Modelle einzufügen. Die Kalibrationsmodelle sind äusserst effektiv, um die Wahrscheinlichkeitsverteilungen durch zusätzliche Informationen zu interpretieren und noch einmal zu präzisieren, wobei das Ergebnis gleichzeitig auf seine Kohärenz – und damit auf seine Tragfähigkeit – statistisch überprüft werden kann.¹⁸⁷

OxCal berechnet zur mathematischen Validierung mehrere Statistiken, die es ermöglichen, die Verlässlichkeit des Modellierungsergebnisses zu überprüfen. Mit unterschiedlichen Korrelationskoeffizienten wird angegeben, wie kohärent das Modell ist; ausgedrückt wird dies in Wahrscheinlichkeiten. Mit den *individual agreement indices* (*A*) der einzelnen Messungen kann erkannt werden, welche Proben schlecht mit dem Modell übereinstimmen, was bei Werten unter 60 % der Fall wäre. Der *model agreement index* (A_{model}) wird verwendet, um zu prüfen, wie wahrscheinlich das Modell als Ganzes ist. Der *overall agreement index* (A_{overall}) schliesslich ist ein Produkt der einzelnen *individual agreement indices*. Auch für die beiden letztgenannten Indices gilt, dass die Werte über 60 % liegen sollten. Ist das der Fall, so gilt das Modell als kohärent und kann verwendet werden.¹⁸⁸ Modellierungsergebnisse, deren Konvergenz (*conver-*

gence integral, *C*) unter 95 % liegt, sollten nicht verwendet werden.¹⁸⁹

In den beiden sequenziellen Kalibrationsmodellen auf Abb. 72 und 73 beziehungsweise Abb. 74 und 75 wurden alle C14-Daten unter Berücksichtigung der stratigrafischen Lage der Proben kalibriert und modelliert. Das heisst, dass die Information zu stratigrafisch älteren Proben auch als solche bei der Modellierung einfliesst. Dabei wurde auch berücksichtigt, dass die Getreide- und Knochenproben der Schichten Pos. 22 und 46 jeweils zum gleichen archäologischen Ereignis gehören und damit theoretisch gleich alt sein könnten, wofür diese separat mit der Funktion *sum* modelliert wurden, die hier wie *phase* wirkt.¹⁹⁰ Zusätzlich wurden die C14-Messungen B-4321 als *terminus post quem* (*tpq*) sowie B-4320 im ersten und UtC-4108 im zweiten Modell als *terminus ante quem* (*taq*) der neolithischen Besiedlungszeit einbezogen. Die berechneten Indices zeigen, dass die Modelle weder Widersprüche noch Ausreisser aufweisen und mit einem Agreement-Wert von $A_{\text{model}} = 118,4$ beziehungsweise $A_{\text{model}} = 113,2$ insgesamt tragfähig sind.

Es zeigt sich, dass sich die beiden Varianten der Modelle mit den zwei verschiedenen *termini ante quos* unwesentlich voneinander unterscheiden. Insgesamt können die Datierungsspannen der einzelnen Daten aus den Siedlungsschichten durch die Modellierung deutlich verkürzt werden. Die Datierungsspanne für die neolithische Besiedlung an sich wird dabei um 70 Jahre kürzer, was vor allem das mögliche Siedlungsende betrifft, welches vom *terminus ante quem* beeinflusst wird. Dieses fällt nun zu 95 % Wahrscheinlichkeit ins 38. Jahrhundert v. Chr.

Die Anzahl der Kalenderjahr-Intervalle wurde insgesamt deutlich eingeschränkt, sodass häufig im 2- σ - und durchgehend im 1- σ -Bereich jeweils nur noch eine Spanne vorgeschlagen wird. Die modelliert kalibrierten Daten werden von der ältesten zur jüngsten Schicht immer jünger. Durch das Sequenzmodell wird jeweils jener Gipfel der aufgrund des *wiggles* zuvor zweigipfligen Wahrscheinlichkeitsverteilung bevorzugt, der unter Berücksichtigung der stratigrafischen Beziehung der wahrscheinlichere ist.

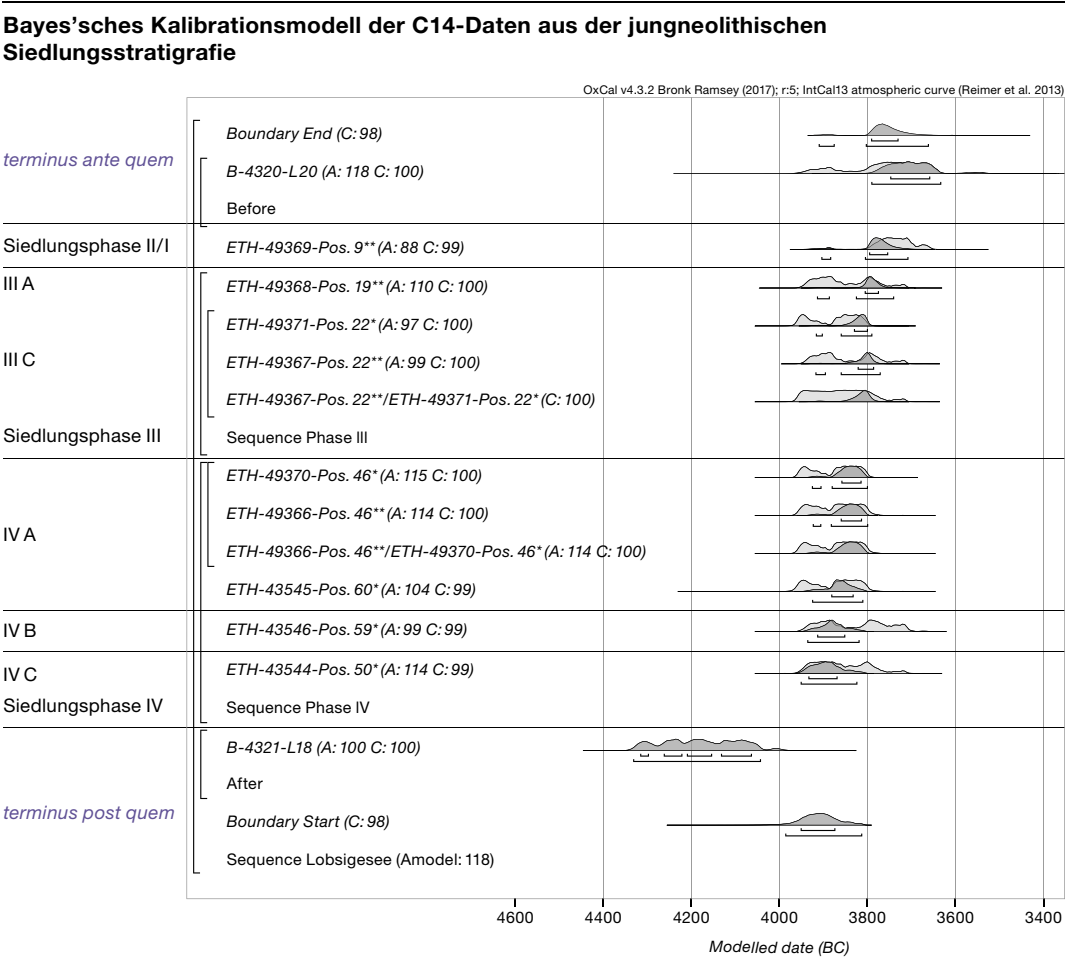
¹⁸⁷ Bayliss et al. 2011, 27.

¹⁸⁸ Bayliss et al. 2011, 35.

¹⁸⁹ Oxcal 2010a.

¹⁹⁰ Oxcal 2010b.

Abb. 72: Seedorf, Lobsigensee. Bayes'sche Modellierung der AMS-Messungen der C14-Proben unter Berücksichtigung von deren stratigrafischer Abfolge sowie unter Einbezug der C14-Messung von Probe B-4320 aus dem palynologischen Bohrkern LQ-90 als *terminus post quem* (tpq) und *terminus ante quem* (taq).



Bei den beiden Proben ETH-43544 und ETH-43546, die aus den stratigrafisch tiefsten Schichten Pos. 50 und 59 stammen, ist es jeweils der ältere der beiden Gipfel, womit jeweils das jüngere Kalenderjahr-Intervall im 1- σ -Bereich wegfällt. Bei den Proben aus den jüngeren Schichten ist es gerade umgekehrt. Die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Probe ETH-49369 aus Pos. 9 (Siedlungsphase II/I) entspricht jetzt nur noch wie bereits erwähnt dem ältesten Bereich der unmodellierten Wahrscheinlichkeitsverteilung derselben Probe (vgl. Abb. 71).

Die im Folgenden kommentierten Ergebnisse der modellierten C14-Daten lassen sich mithilfe der Typochronologie der Keramik aus dendrodatierten Siedlungen der Region extern validieren (vgl. Kap. 6.6). Daher wird im Folgenden der 1- σ -Bereich der Konfidenzintervalle betrachtet, welche jeweils einer Wahrscheinlichkeit von 68,2 % entsprechen (vgl. Kap. 5.2).

Die modellierten Daten für Siedlungsphase IV lassen sich folgendermassen interpretieren (Abb. 75): Aufgrund des *wiggles* bleibt

zwischen etwa 3950 und 3800 v. Chr. nach wie vor eine relativ lange Datierungsspanne bestehen. Mittels dieser C14-Datierungen ist es schwierig, den Zeitraum der Siedlungsinstallation genauer zu bestimmen. Durch die Probe ETH-43544 aus Pos. 50 wurde die jüngere der beiden Installationsschichten datiert, wobei mit grosser Wahrscheinlichkeit nicht der älteste organische Rest aus dieser Schicht beprobt wurde. Es ist somit wahrscheinlich, dass die Siedlungsgründung noch im 40. Jahrhundert v. Chr. stattfand, vermutlich kurz vor oder um 3900 v. Chr. Damit ist eine erste Nutzungsphase (IV C) um 3900 oder im frühen 39. Jahrhundert v. Chr. plausibel, da sich im 1- σ -Bereich eine Zeitspanne zwischen 3930 und 3865 cal BC ergibt. Die zweite Unterphase (IV B) gehört gemäss Modellierungen in die Zeit zwischen 3911 und 3851 cal BC (1 σ) und damit in die erste Hälfte des 39. Jahrhunderts v. Chr. Für die jüngste Unterphase (IV A) ergibt sich eine Zeitspanne zwischen 3858 und 3816 cal BC (1 σ), womit diese in die Mitte des 39. Jahrhunderts v. Chr. fallen

Wertetabelle zum Kalibrationsmodell auf Abb. 72

Phase	Structure of Code	Unmodelled (BC/AD)						Modelled (BC/AD)						Indices A model = 118,4 A overall = 116,7	
		from	to	%	from	to	%	from	to	%	from	to	%	A	C
	Boundary End	–	–	–	–	–	–	–3791	–3731	68,2	–3910	–3662	95,4	–	97,9
taq	B-4320-L20	–3796	–3651	68,2	–3943	–3638	95,4	–3748	–3659	68,2	–3791	–3634	95,4	118,2	99,5
	Before	–	–3778,25	68,2	–	–3919,75	95,4	–	–	–	–	–	–	–	–
IIA	ETH-49369-Pos. 9**	–3777	–3703	68,2	–3892	–3657	95,4	–3796	–3755	68,2	–3904	–3709	95,4	88,4	99,2
II/I	Phase II/I	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
IIIA	ETH-49368-Pos. 19**	–3938	–3776	68,2	–3946	–3714	95,4	–3806	–3776	68,2	–3914	–3741	95,4	109,5	99,7
IIIC	ETH-49371-Pos. 22*	–3957	–3811	68,2	–3965	–3800	95,4	–3830	–3801	68,2	–3917	–3791	95,4	96,7	99,6
IIIC	ETH-49367-Pos. 22**	–3937	–3772	68,2	–3945	–3713	95,4	–3822	–3787	68,2	–3918	–3772	95,4	98,8	99,7
	ETH-49367-Pos. 22**/ ETH-49371-Pos. 22*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	99,6
III	Sequence Phase III	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
IVA	ETH-49370-Pos. 46*	–3954	–3806	68,2	–3961	–3799	95,4	–3859	–3815	68,2	–3926	–3801	95,4	114,7	99,5
IVA	ETH-49366-Pos. 46**	–3948	–3804	68,2	–3959	–3796	95,4	–3860	–3814	68,2	–3924	–3800	95,4	113,6	99,5
	ETH-49366-Pos. 46**/ ETH-49370-Pos. 46*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	99,5
	ETH-43545-Pos. 60*	–3957	–3806	68,2	–3966	–3797	95,4	–3882	–3833	68,2	–3925	–3811	95,4	104,4	99,4
	ETH-43546-Pos. 59*	–3936	–3715	68,2	–3944	–3709	95,4	–3914	–3852	68,2	–3936	–3820	95,4	98,9	99,3
IVC	ETH-43544-Pos. 50*	–3941	–3789	68,2	–3956	–3715	95,4	–3934	–3870	68,2	–3951	–3825	95,4	113,7	99,1
IV	Sequence Phase IV	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	B-4321-L18	–4317	–4066	68,3	–4332	–4044	95,4	–4316	–4064	68,2	–4332	–4044	95,4	99,8	99,7
tpq	After	–4125	–	68,2	–4048,5	–	95,4	–	–	–	–	–	–	–	–
	Boundary Start	–	–	–	–	–	–	–3951	–3875	68,2	–3986	–3814	95,4	–	97,7
	Sequence Lobsigensee	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

dürfte. Geht man von ungefähr 15 Jahren Siedlungsdauer pro Phase aus, sind die Zeitspannen nach wie vor lang, was selbst für den 1- σ -Bereich gilt; dies ist ein Problem, dem anhand von C14-Daten in diesem Zeitfenster aber nicht besser beizukommen ist. Zu bedenken gilt es ausserdem, dass wir keine Kenntnisse über mögliche Siedlungsunterbrüche zwischen den Unterphasen haben.

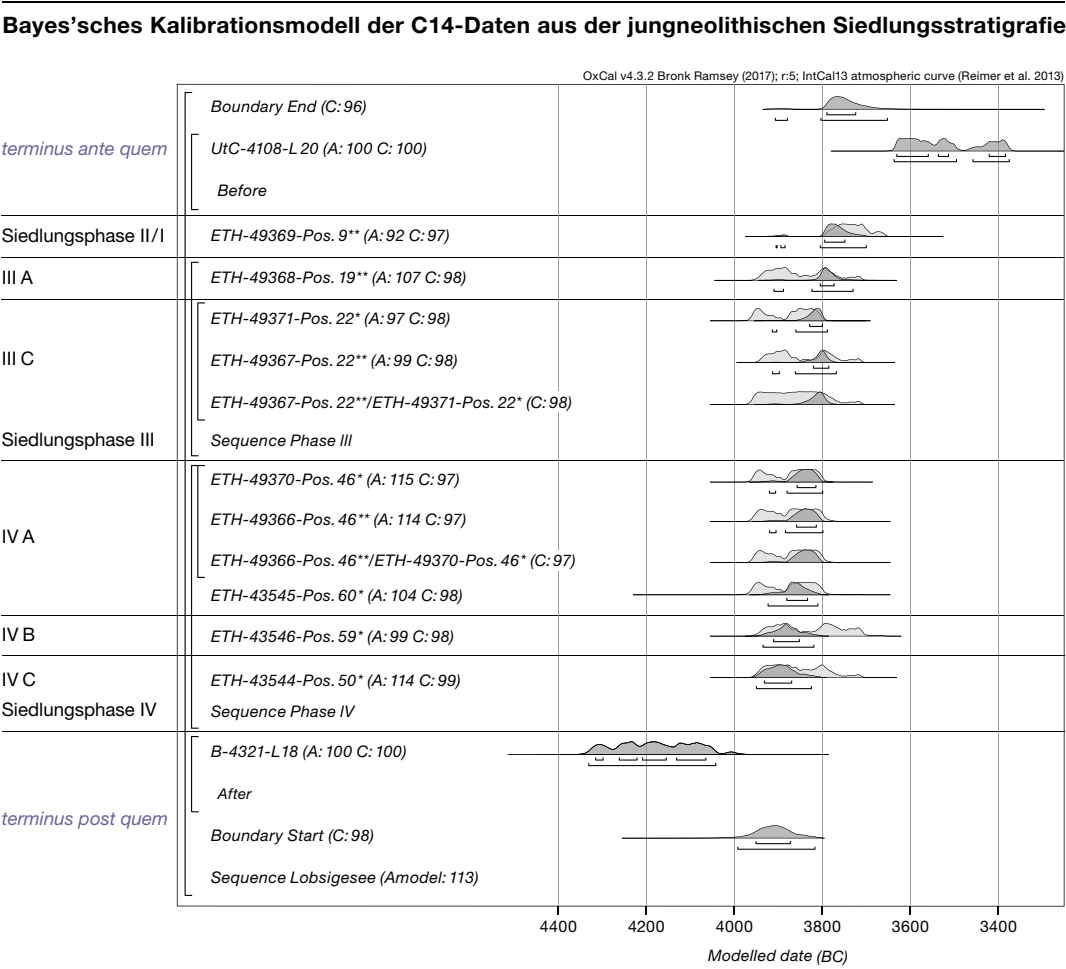
Für die Unterphase III C ergibt sich durch die Modellierung der Daten eine Datierungsspanne zwischen 3820 und 3801 cal BC (1 σ) und für III A eine zwischen 3805 und 3776 cal BC (1 σ). Gemäss der Radiokarbondatierung dürfte die Siedlungsphase III somit in die Zeit zwischen 3820 und etwa 3750 v. Chr. gehören.

Die Probe aus Siedlungsphase II/I weist durch die Modellierung ein Kalenderjahr-Intervall im 1- σ -Bereich zwischen etwa 3796 und 3752 cal BC auf. Diese jüngste Siedlungsphase ist mit einer einzigen Probe schwach datiert, gehört demnach eher in die erste Hälfte des 38. Jahrhunderts v. Chr. Die Tendenz zur Streu-

ung der modellierten Wahrscheinlichkeit in den älteren Bereich der unmodellierten Wahrscheinlichkeitsverteilung wird durch zwei Faktoren bestimmt: Einerseits handelt es sich um die jüngste Probe dieser Serie, wodurch ihre Wahrscheinlichkeitsverteilung nur von der älteren Probe ETH-49368 aus Pos. 19 direkt beeinflusst wird. Ausserdem kennen wir den zeitlichen Abstand zwischen diesen beiden Proben nicht, wodurch die jüngere wiederum in Richtung der älteren gezogen wird. Diese Tendenz wird zusätzlich durch die relativ breit streuenden *termini ante quos* von Probe B-4320 beziehungsweise UtC-4108 etwas verstärkt. Durch die zeitliche Überlappung des *terminus ante quem* des ersten Modells mit Probe ETH-49369 aus Siedlungsphase II/I auf Abb. 72 kommt der Verdacht auf, dass Letztere etwas zu alt wird, was der unter Umständen aufgrund des Hartwassereffekts verfälschten Probe B-4320 geschuldet ist (vgl. auch Abb. 73). Dass diese Befürchtung aber unbegründet ist, zeigt das zweite Modell auf Abb. 74 mit dem stratigrafisch zwar

Abb. 73: Seedorf, Lobsigensee. Wertetabelle zum Kalibrationsmodell auf Abb. 72.

Abb. 74: Seedorf, Lobsigensee. Bayes'sche Modellierung der AMS-Messungen der C14-Proben unter Berücksichtigung von deren stratigraphischer Abfolge sowie unter Einbezug der C14-Messung von Probe UtC-4108 aus dem palynologischen Bohrkern LQ-90 als *terminus post quem* (tpq) und *terminus ante quem* (taq).



jüngeren, aber gemäss seinem Radiokarbonalter älteren *terminus ante quem* der Probe UtC-4108, welche die Datierung von Siedlungsphase II/I nicht wesentlich verändert (vgl. auch Abb. 75). Damit sind die beiden Modelle und die daraus resultierenden absoluten Datierungen als robust und verlässlich einzustufen. Sie ermöglichen es, unter Einbezug der archäologischen Informationen zum Befundkontext der Proben die Datierung der einzelnen Phasen und Unterphasen nochmals deutlich zu präzisieren – und das unter Berücksichtigung kalkulierter Wahrscheinlichkeiten.

5.7

Fazit zur C14-Datierung der drei Siedlungsphasen

Bei der Datierung der Stratigraphie mittels C14-Proben zeigte sich deutlich, wie sehr die Präzision der Datierungen im Wesentlichen vom Verlauf der Kalibrationskurve abhängt. Wäh-

rend die Probe ETH-37956 aus dem Verlandungshorizont dank des steilen Kurvenverlaufs während des Frühmesolithikums ein sehr genaues kalibriertes Datum von 8311–8239 cal BC (2σ) ergab, beeinträchtigt der *wiggle* zwischen 3930 und 3800 v. Chr. die Datierungsergebnisse im späten Jungneolithikum in erheblichem Masse. Alle neun AMS-Messungen, die an Knochen und verkohlten Pflanzenresten vorgenommen wurden, fallen bei der Kalibration in diesen Zeithorizont. Die vermutlich nur geringen zeitlichen Unterschiede zwischen den einzelnen Proben werden dadurch verwischt. Alle Daten fallen im Grossen und Ganzen in die maximale Zeitspanne zwischen 3950 und 3700 v. Chr.

Mithilfe der auf der Bayes'schen Statistik beruhenden sequenzierten Modellierung – unter Einbezug jeweils eines *terminus post quem* und eines *terminus ante quem* – liessen sich die Wahrscheinlichkeitsverteilungen der AMS-Daten hinsichtlich ihrer plausibelsten Verteilung signifikant eingrenzen:

Wertetabelle zum Kalibrationsmodell auf Abb. 74

Phase	Structure of Code	Unmodelled (BC/AD)						Modelled (BC/AD)						Indices A model = 113.2 A overall = 112.8	
		from	to	%	from	to	%	from	to	%	from	to	%	A	C
	Boundary End	–	–	–	–	–	–	–3790	–3730	68,2	–3805	–3661	95,4	–	97,6
taq	UtC-4108-L20	–3632	–3384	68,2	–3638	–3376	95,4	–3632	–3385	68,2	–3638	–3376	95,4	99,6	99,8
	Before	–	–3578,75	68,2	–	–3625,75	95,4	–	–	–	–	–	–	–	–
	ETH-49369-Pos. 9**	–3777	–3703	68,2	–3892	–3657	95,4	–3796	–3752	68,2	–3805	–3709	95,4	93,3	98,7
II/I	Phase II/I	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
III A	ETH-49368-Pos. 19**	–3938	–3776	68,2	–3946	–3714	95,4	–3805	–3776	68,2	–3823	–3738	95,4	106,4	99,8
III C	ETH-49371-Pos. 22*	–3957	–3811	68,2	–3965	–3800	95,4	–3828	–3801	68,2	–3855	–3792	95,4	98	99,7
III C	ETH-49367-Pos. 22**	–3937	–3772	68,2	–3945	–3713	95,4	–3820	–3787	68,2	–3855	–3771	95,4	98,4	99,8
	ETH-49367-Pos. 22**/ ETH-49371-Pos. 22*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	99,8
III	Sequence Phase III	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
IV A	ETH-49370-Pos. 46*	–3954	–3806	68,2	–3961	–3799	95,4	–3856	–3816	68,2	–3878	–3802	95,4	116,4	99,5
IV A	ETH-49366-Pos. 46**	–3948	–3804	68,2	–3959	–3796	95,4	–3858	–3815	68,2	–3881	–3801	95,4	114,3	99,5
	ETH-49366-Pos. 46**/ ETH-49370-Pos. 46*	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	99,5
	ETH-43545-Pos. 60*	–3957	–3806	68,2	–3966	–3797	95,4	–3881	–3834	68,2	–3911	–3806	95,4	105,6	99,2
	ETH-43546-Pos. 59*	–3936	–3715	68,2	–3944	–3709	95,4	–3911	–3851	68,2	–3931	–3811	95,4	98,1	99,1
IV C	ETH-43544-Pos. 50*	–3941	–3789	68,2	–3956	–3715	95,4	–3930	–3865	68,2	–3948	–3821	95,4	113,6	98,9
IV	Sequence Phase IV	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
	B-4321-L 18	–4317	–4066	68,3	–4332	–4044	95,4	–4316	–4066	68,2	–4332	–4044	95,4	99,9	99,7
tpq	After	–4125	–	68,2	–4048,5	–	95,4	–	–	–	–	–	–	–	–
	Boundary Start	–	–	–	–	–	–	–3950	–3870	68,2	–3983	–3810	95,4	–	97,7
	Sequence Lobsigese	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Die Siedlungstätigkeit am Lobsigese könnte demnach bereits gegen Ende des 40. Jahrhunderts v. Chr. eingesetzt haben. Die älteste Siedlungsphase IV datiert in die Zeit zwischen 3900 und dem dritten Viertel des 39. Jahrhunderts v. Chr.

Siedlungsphase III folgte vermutlich relativ zeitnah auf Siedlungsphase IV und kann in die Zeit zwischen dem vierten Viertel des 39. Jahrhunderts und der ersten Hälfte des 38. Jahrhunderts v. Chr. datiert werden, also zwischen 3820–3750 v. Chr.

Siedlungsphase II/I ist lediglich durch eine einzige C14-Messung datiert und gehört unter Einbezug des *terminus ante quem* in die erste Hälfte des 38. Jahrhunderts v. Chr., also in die Zeit zwischen etwa 3800 und 3750 v. Chr.

Die Sequenzmodellierungen der C14-Datierungen mittels der Bayes'schen Statistik werden in Kap. 6.3 und 6.6 durch die relativen Datierungen der Siedlungsschichten mithilfe typochronologischer Untersuchungen an der Keramik weiter auf ihre Plausibilität hin geprüft.

Abb. 75: Seedorf, Lobsigese. Wertetabelle zum Kalibrationsmodell auf Abb. 74.